



COAM

Arquitectura

LOS
ESTADOS

320

DIBUJO

Del cuerpo al cosmos

EVOLUCION DE LAS UNIDADES DE MEDIDA EN EL MUNDO REAL

Jorge Sainz

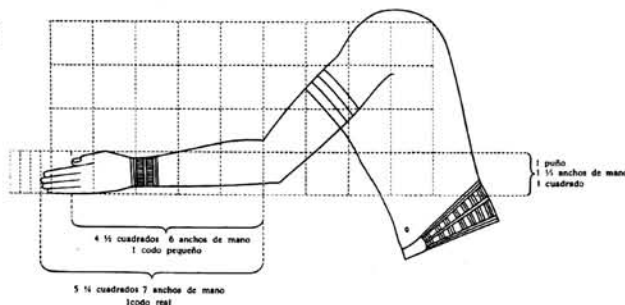


Figura 1: El "puño" como módulo básico de las proporciones en el arte egipcio (de Giedion, *The Eternal Present*).

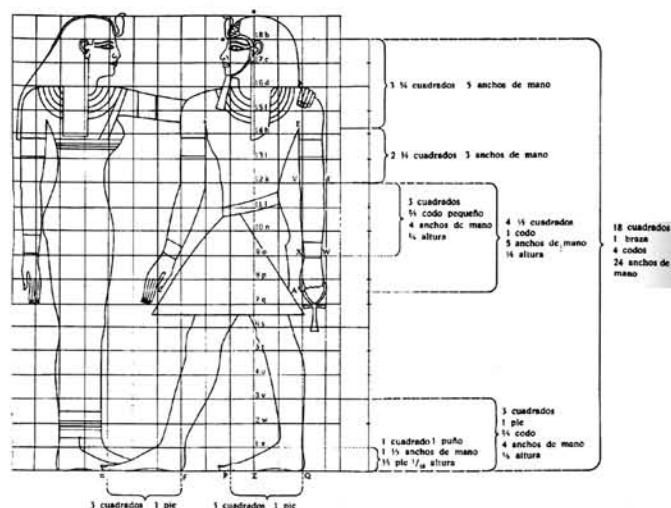


Figura 2: El cuerpo humano y la cuadrícula en el arte egipcio (de Giedion, *The Eternal Present*).

El ser humano tiene un cuerpo diminuto en comparación con el cosmos infinito en el que habita. Y sin embargo, el hombre siempre ha aspirado a conocer la dimensión real del universo.

En su decidida ambición de aprehender la realidad que lo rodea, el hombre comenzó midiendo los objetos, es decir, comparando sus dimensiones con unidades deducidas de su propio cuerpo y, más concretamente, con los dos miembros con los que se establecen relaciones más directas con el mundo exterior: la mano y el pie. Las unidades de medida más primitivas se denominan por ello 'antropométricas'.

Del puño al codo

En 1849, K.R. Lepsius publicó en Berlín su libro *Denkmäler aus Ägypten und Äthiopien*, fruto de una expedición arqueológica en la que —tal como describe Giedion en *The Eternal Present: The Beginnings of Architecture*, Nueva York, 1964— descubrió «que las series de figuras alineadas unas encima de otras en una tumba inacabada de Saqqara estaban cubiertas por una cuadrícula». Esta cuadrícula muy bien podía ser un método sencillo para trasladar los dibujos trazados en un papiro al muro donde se fuesen a pintar o al bloque de piedra donde se fuesen a esculpir. Sin embargo, Lepsius dedujo además «que la relación entre la altura, la longitud de los brazos, la longitud del pie, etcétera, expresaba simultáneamente unidades del sistema de medida egipcio» (ibídem).

Este sistema de unidades de medida utilizado en el arte egipcio —y probablemente en otras actividades desarrolladas en esta civilización— se basaba de manera fundamental en el utensilio más útil del cuerpo humano: la mano. «La medida básica de la mano» —sigue diciendo Giedion— «era el puño cerrado. Éste aparece una y otra vez en las estatuas egipcias, frecuentemente sujetando un símbolo de autoridad o un amuleto, pero a veces ninguno de los dos. El puño se convirtió en el módulo básico para toda proporción.» Fue E. Iversen (*Canon and Proportions in Egyptian Art*, Londres, 1955) quien descubrió que las cuadrículas que ordenaban el trazado de las

figuras tenían como módulo precisamente la dimensión del puño.

Este 'puño', tomado como unidad de medida, correspondía a la dimensión transversal de la mano incluyendo el pulgar (figura 1). Curiosamente, otra unidad utilizada para establecer las proporciones era el 'ancho de mano', que era el puño sin el pulgar y que se dividía a su vez —como era de esperar— en cuatro 'dedos'. Entre estas dos unidades (el puño y el ancho de mano) existía una relación de 4:3 (o bien 1 : 1), que se repetía igualmente entre las dimensiones del pulgar y de cada uno de los otros cuatro dedos. Esta relación va a ser una constante en el sistema tradicional de las unidades antropométricas.

Como todo sistema útil y práctico, el de los egipcios tenía también algunos múltiplos de la unidad básica. En palabras de Giedion, «el gesto de la mano y el brazo extendidos fue también predilecto del arte egipcio. De esto se derivó la medida lineal por excelencia: el codo». Pero es justamente en este escalón del sistema de medidas egipcio donde se establecía la transición entre la representación de la figura humana (pintura y escultura) y el trazado de los edificios (arquitectura). Para ello, los artistas disponían de dos tipos de codos: el 'pequeño' y el 'real' (en su acepción de regio, relacionado con los reyes o faraones).

El 'codo pequeño' correspondía a la distancia entre el codo anatómico y el extremo del pulgar colocado horizontalmente (véase de nuevo la figura 1). Abarcaba 4_ puños, o bien 6 anchos de mano, y era, según Giedion, «la medida normal del 'canon antiguo'». De acuerdo con este canon, la altura del hombre no era exactamente lo que ahora denominamos 'estatura', sino la distancia que iba «desde la planta del pie hasta el punto donde la peluca o lo que cubriese la cabeza se unía con la frente». Y es en esta dimensión donde se ponían de manifiesto las relaciones internas del sistema de unidades antropométricas de los egipcios. Como se ve en la figura 2, la altura del hombre según esta curiosa concepción tenía 18 puños, o bien 4 codos, o bien 24 anchos de mano, o bien 96 dedos.

Aunque de un modo más restringido, los egipcios también empleaban el 'pie' como múltiplo de su unidad básica. Un pie medía 3 puños; equivalía, por tanto, a de codo, y era así como se presentaba habitualmente en Egipto.

Pero en paralelo al codo 'pequeño' existía también el 'codo real', más largo, que correspondía a la distancia entre el codo anatómico y el extremo del dedo medio con la mano extendida. Medía, pues, 7 anchos de mano en lugar de los 6 del codo pequeño, y, para Lepsius, se hallaba «exclusivamente en relación con obras de construcción» (*Längenmasse der Alten*, Berlín, 1884). Por tanto, el calificativo de 'real', además de sus connotaciones jerárquicas, respondía a que «todas las construcciones macizas, principalmente las pirámides y los templos, fueron ejecutadas en nombre del rey» (ibídem).

Así pues, los pintores y escultores egipcios aplicaban una cuadrícula cuya unidad era el puño, y los arquitectos; por su parte, utilizaban el mismo método, pero cambiando simplemente de módulo. Como dice Giedion, «las proporciones en la arquitectura estaban basadas en el antebrazo: el codo. Por consiguiente, la arquitectura egipcia es una proyección de las proporciones del cuerpo y los miembros humanos trasladada a una escala mayor, pero todavía humana. Esto es especialmente válido por lo que se refiere a los grandes templos. El hombre y los artefactos del hombre estaban estrechamente entrelazados».

Alguna de las escasas representaciones que se han conservado de la arquitectura egipcia muestran la mencionada cuadrícula superpuesta a las trazas del edificio (figura 3). Según afirma Luigi Vagnetti (*L'architetto nella storia di occidente*, Florencia, 1973), «la cuadrícula de base indica las líneas de unión de los papiros sobre los que fue realizado el plano». Es probable que los papiros se hiciesen de un tamaño aproximadamente igual a la medida del codo real, con lo cual no es arriesgado suponer que este sistema de medida aplicado a la arquitectura combinaba una elevada significación compositiva con la más práctica utilidad técnica.

Lo más relevante de este método egipcio es que «el paso de objetos escultóricos a objetos

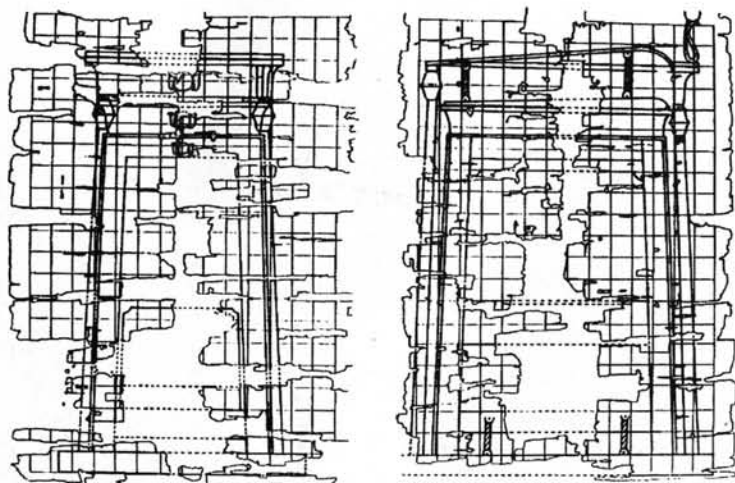


Figura 3: Dibujos en alzado de un edificio con la cuadrícula superpuesta (de Vagnetti, L'architetto...).

arquitectónicos implicaba un cambio en la unidad de medida» (J. Sainz, *El dibujo de arquitectura*, Madrid, 1990). El mismo recurso gráfico, la cuadrícula, se aplicaba de modo similar a objetos de distinto tamaño con la única diferencia del módulo utilizado: el puño o el codo real. Éste es un primer ejemplo de cómo la unidad de medida suele estar estrechamente relacionada con las características de los objetos que se han de medir con ella.

De la estatua a la columna

El sistema egipcio se extendió por toda la cuenca mediterránea, y los griegos se basaron en él para establecer sus propias unidades de medida. Sin embargo, fue el pie, y no el codo, la unidad que serviría como base dimensional de toda la civilización grecorromana. Pero la aportación más interesante de la cultura clásica no fue la continuación en el uso del sistema antropométrico, sino la introducción de otro tipo de unidades: independientes del cuerpo y relacionadas más directamente con los propios objetos que con ellas se debían medir o componer.

El canon escultórico de Policleto se medía con unidades antropométricas: la básica era el dedo, pero la más significativa era la cabeza. La plasmación más famosa de este canon, la estatua del Doríforo, tiene una altura equivalente a 7 cabezas. Pero al igual que los egipcios pasaban del puño al codo cuando daban el salto de la escultura a la arquitectura, los griegos cambiaban la cabeza de la estatua por el diámetro de la columna cuando se trataba de dotar de armonía dimensional a los edificios. La diferencia es que esta nueva unidad de medida ya no era antropométrica, sino que constituía por primera vez un 'módulo', es decir, una «dimensión que convencionalmente se toma como unidad de medida» (la cursiva es mía).

Muchas de las aclaraciones sobre los sistemas compositivos del arte y la arquitectura de la Grecia clásica nos han llegado a través del tratado de Vitruvio, *De architectura libri decem*. En él el autor romano nos revela que el canon de Policleto había evolucionado hacia una mayor esbeltez, y

que además de ser una forma modular podía inscribirse en dos figuras geométricas puras: el círculo y el cuadrado. «El cuerpo humano lo formó la naturaleza de tal manera que el rostro, desde la barbilla hasta la parte más alta de la frente, donde están las raíces del pelo, mida una décima parte de su altura total. (...) la cabeza, desde la barbilla hasta la coronilla, mide una octava parte de todo el cuerpo (...). Si nos referimos al pie, equivale a una sexta parte de la altura del cuerpo; el codo, a una cuarta parte; (...). El ombligo es el punto central natural del cuerpo humano. En efecto, si se coloca un hombre boca arriba, con las manos y los pies estirados, situando el centro del compás en el ombligo y trazando una circunferencia, ésta tocaría la punta de ambas manos y los dedos de los pies. La figura circular trazada sobre el cuerpo humano nos permite lograr también un cuadrado: si se mide desde la planta de los pies hasta la coronilla, la medida resultante será la misma que la que se da entre las puntas de los dedos con los brazos extendidos...» (libro III, capítulo 1). La mejor representación gráfica de esta descripción literaria es sin duda, la famosa imagen del *uomo vitruviano* dibujada por Leonardo da Vinci a finales del siglo xv (figura 4).

Esta armonía formal del cuerpo humano se plasmaba en la arquitectura según las leyes de la *summetrìa*, que Vitruvio explicaba así: «La 'simetría' surge a partir de una apropiada armonía de las partes que componen una obra; surge también a partir de la conveniencia de cada una de las partes por separado respecto al conjunto de toda la estructura. Igual que se da una simetría en el cuerpo humano, del codo, del pie, del palmo, del dedo y demás partes, así también se define la simetría en las obras ya concluidas. En los templos sagrados se toma la simetría principalmente a partir del diámetro de las columnas...» (libro I, capítulo 2).

Para aplicar esta 'simetría' o 'modularidad' a los edificios, y en concreto a las distintas clases de templos, Vitruvio aclara: «Tanto si se trata de un tetrástilo, como de un hexástilo o de un octóstilo, tómesese una parte como unidad que servirá de módulo. El módulo será igual al diámetro de las columnas» (libro III, capítulo 1).

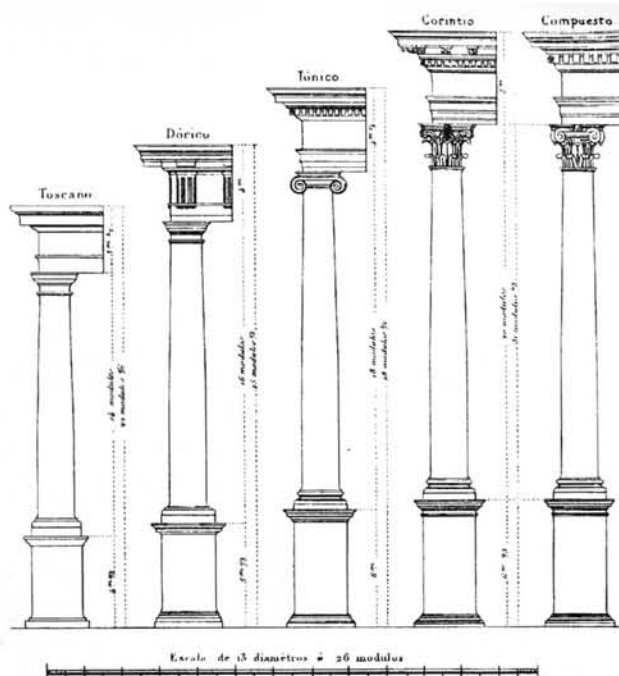


Figura 5: Vignola, los cinco órdenes clásicos y sus dimensiones modulares en semidiámetros de columna.

Así pues, la nueva unidad ya no era antropométrica; y además, al contrario de lo que ocurría con la figura humana, las columnas podían adoptar diversos caracteres en función de las proporciones determinadas por el número de diámetro de su altura. «En los templos 'areóstilos'», —continúa Vitruvio— «las columnas deben levantarse de modo que sus diámetros sean una octava parte de su altura. Igualmente, en el 'diástilo' la altura de la columna debe medir ocho partes y media con respecto a su anchura, tomando su diámetro como una parte. En el 'sístilo', la altura de la columna dividase en nueve partes y media, y una parte será el diámetro de la columna. En el 'pícnóstilo' debe dividirse la altura de la columna en diez partes, y una parte será igual a su propio diámetro» (ibídem).

La sistematización definitiva de esta concepción modular de la arquitectura clásica se logró en el Renacimiento, y tuvo su principal valedor en Giacomo Barozzi da Vignola. En su *Regola dei cinque ordini di architettura* (Roma, 1562), Vignola aplicaba exhaustivamente el principio modular tomando como referencia el semidiámetro de la columna medido en la parte baja del fuste (figura 5). Teniendo en cuenta que el módulo no tenía una dimensión fija, con este sistema cualquier constructor local podía servirse de la unidad de medida habitual en su región, y proporcionar así los edificios de acuerdo con las reglas clásicas establecidas por el tratado.

Naturalmente, este método es aplicable a los sistemas compositivos, como el clásico, en los que el concepto de proporción tiene prioridad sobre el de tamaño. Como dice de este sistema Steen Eiler Rasmussen en *Experiencing Architecture*, «cuando se utilizaban columnas pequeñas, todo era a la vez proporcionalmente pequeño; cuando las columnas eran grandes, también todo era grande». Dentro del propio sistema clásico se pueden componer con las mismas proporciones relativas un edificio tan minúsculo como el *temple de San Pietro in Montorio* y otro tan gigantesco como *San Pedro del Vaticano* (figura 6). «El peregrino que iba a visitar San Pedro de Roma» —sigue Rasmussen— «debió de sentirse como Gulliver

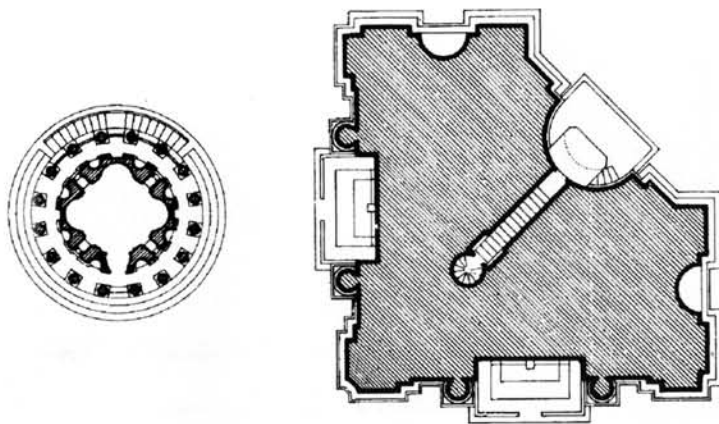


Figura 6: Plantas, a la misma escala, del templo de San Pietro in Montorio y de uno de los pilares centrales de San Pedro del Vaticano.

en el país de los gigantes. Todo estaba en armonía» (la 'simetría' de Vitruvio), «pero adaptado a unas columnas supergrandes.» Esto es posible porque la arquitectura clásica crece por ampliación, pero no ocurre lo mismo con la arquitectura gótica, que crece en cambio por multiplicación.

La utilización más simple de esta proporcionalidad modular se plasmó en una nueva cuadrícula, aplicada ahora a la arquitectura clásica. Y Philibert de l'Orme la dibujó en su tratado de 1567 (figura 7). Al igual que la retícula de codos (o papiros) egipcios, este gráfico pone de manifiesto la relación proporcional del conjunto con respecto al módulo básico: es decir, una vez más, esa 'simetría' entendida como proporcionalidad modular de la que hablaba Vitruvio.

En el plano estrictamente constructivo, uno de los módulos más prácticos y utilizados ha sido la longitud de un ladrillo. Este «prisma de tierra cocida que puede asentar el albañil con una sola mano» ha impuesto siempre a la construcción una racionalidad modular muy acorde con la economía de la albañilería tradicional. Aunque sus dimensiones han sido muy variables en las distintas culturas a lo largo de la historia, el ladrillo es conceptualmente una pieza de 1 pie de largo y $\frac{1}{2}$ pie de ancho. Los romanos usaban piezas de 2 pies (bipedales) y de 1 pie (sesquipedales), pero ninguna de ellas podía asirse con una sola mano. En los últimos tiempos, la normalización ha llevado en nuestro país al establecimiento de dos tipos básicos de ladrillo: el 'castellano', de 24 cm de longitud; y el 'catalán', de 29 cm. Como la costumbre es que las llagas de mortero tengan aproximadamente 1 cm de grosor, el uso de estas dos piezas típicas implica el uso de dos módulos compositivos y constructivos ligeramente distintos: el de 25 cm para el primero (racional y decimal), y el de 30 cm para el segundo (intuitivo y antropométrico). Si el sistema se aplica igualmente en las direcciones transversal y vertical (espesor y altura de los muros), la mencionada 'simetría' de Vitruvio puede conseguirse también entre los elementos puramente constructivos, y contribuir

así a una 'proporcionalidad' compositiva sencilla al alcance de la construcción tradicional.

Las variedades locales

Con el paso del tiempo, las unidades antropométricas se fueron integrando en un sistema de medidas que, si bien no era absolutamente coherente desde el punto de vista matemático, sí se mostraba perfectamente utilizable en el plano práctico. El mayor inconveniente de este sistema antropométrico era que sus unidades básicas tenían dimensiones distintas en cada lugar, aunque compartiesen el mismo nombre. Tomando tan sólo los dos modelos más conocidos (el inglés y el francés) además del usado en buena parte de nuestro país, nos encontramos con que el foot anglosajón medía tradicionalmente (y sigue midiendo hoy) 30,48 cm; el pied-de-roi galo tenía 32,48 cm; y el pie castellano tan sólo llegaba a los 27,86 cm. Estas discrepancias eran un obstáculo para el entendimiento internacional.

Sin embargo, dentro de cada reino o país el sistema tendía a formar un todo coherente, con sus correspondientes múltiplos y submúltiplos de las unidades básicas. Así, el pie se dividía en 12 pulgadas; 3 pies formaban una 'vara'; y 6 pies, una 'brazo', una 'toesa' o una 'hexápoda' (término, éste, de una etimología transparente). Pero junto al pie, entendido como unidad de medida, siempre ha ido en paralelo el 'palmo' o 'cuarta', una unidad derivada de la otra extremidad esencial: la mano. Entre el pie y el palmo ha habido tradicionalmente una relación de 4:3 (o, si se quiere, de 1:1); y como el palmo se dividía a su vez en 12 'dedos', esta misma proporción se mantiene entre el pulgar y cada uno de los otros cuatro dedos, tal como ocurría en el sistema egipcio. Estas coincidencias podrían sugerir que las deducciones de Lepsius no fueron tanto un descubrimiento como una constatación de que el sistema antropométrico tradicional hundía sus raíces en los comienzos más remotos de la civilización occidental.

Pero sigamos con el palmo: su duplo es el 'codo'; multiplicado por 4 nos da, lógicamente,

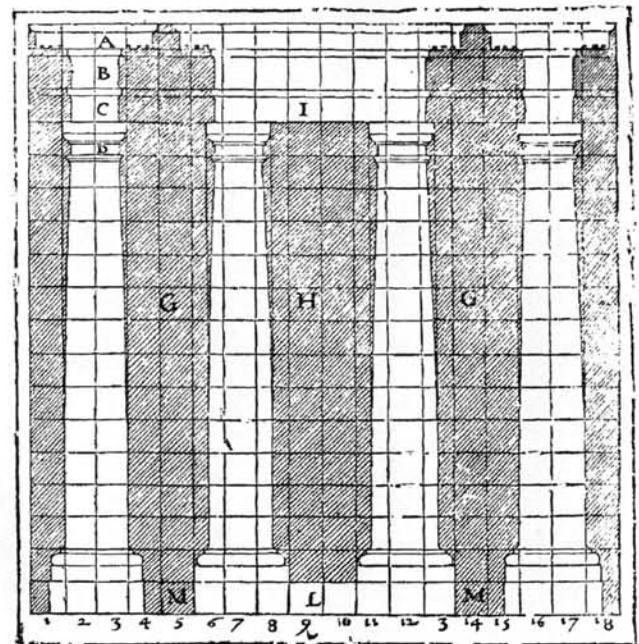


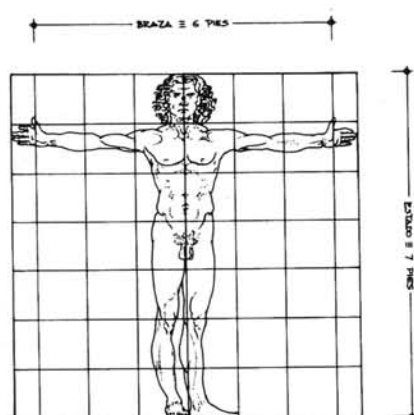
Figura 7: De l'Orme, cuadrícula de semidiámetros de columna superpuesta a un esquema del orden dórico.

una vara; y, en consecuencia, 8 palmos forman una braza o toesa (aquí resultaría confuso citar la hexápoda). En un curioso caso de permanencia histórica, la lengua castellana distingue entre el codo 'geométrico' y el 'real'. El primero se define como $\frac{1}{2}$ vara o, lo que es lo mismo, 2 palmos, y, por tanto, 24 dedos; mientras que el segundo, más largo, tiene 33 dedos.

Como se ve, salvo la 'vara' (del latín vara, travesaño), todas las unidades citadas tienen nombres relacionados con el cuerpo humano. Además de las anteriores existen también el 'paso' («espacio que comprende la longitud de un pie y la distancia entre éste y el talón del que se ha movido hacia delante», según el diccionario de la Academia), los adjetivos 'semipedal' («de medio pie de largo») y 'sesquipedal' («de pie y medio de largo»), y la 'verga' (que además de ser el «miembro genital de los mamíferos», era en Toledo una medida equivalente a 2 codos, es decir, 1 vara).

Nótese que todas las voces anteriores apuntan a ciertas partes o miembros anatómicos. Hay además en castellano dos palabras que hacen referencia a la dimensión del cuerpo entero. La primera, muy poco usada, es la 'echada', definida como el «espacio que ocupa el cuerpo de un hombre tendido en el suelo». La segunda es el 'estado', en su acepción (también muy infrecuente) de «medida longitudinal tomada de la estatura regular del hombre, ... [que] solía regularse en 7 pies». Es interesante poner este último término en relación con la 'brazo' (del latín brachia, brazos), definida como una «medida de longitud, generalmente usada en la marina y equivalente a 2 varas» (o sea, 6 pies), pero que tiene su origen en «la distancia media entre los dedos pulgares del hombre, extendidos horizontalmente los brazos».

Si hacemos un pequeño experimento gráfico (sin ningún rigor científico, pero razonablemente creíble), obligando al hombre vitruviano de Leonardo a levantar sus pulgares (figura 8), para dividir a continuación esa distancia, la braza, en 6 partes iguales (esto es, en sus 6 pies), podemos comprobar que en los extremos de las manos nos quedaría aproximadamente $\frac{1}{2}$ pie para completar lo



BRAZO: DISTANCIA MEDIA ENTRE LOS DEDOS PULGARES DE UN HOMBRE, EXTENDIDOS HORIZONTALMENTE LOS BRAZOS. EQUIVALENTE A 6 PIES.

ESTADO: MEDIDA APROXIMADA DE LA ESTATURA DE UN HOMBRE EQUIVALENTE A 7 PIES.

Figura 8: El hombre cuadrado de Vitruvio, dentro de una retícula de 7 por 7 pies castellanos.

que sería la 'envergadura' del cuerpo (es decir, la «distancia entre los extremos de los brazos humanos completamente extendidos en cruz»). Por tanto, incluso en un sistema tan restringido como el castellano, la figura ideal del hombre tenía una envergadura equivalente a su estatura, y ambas medían 7 pies. Más que 'ideal', se trataba de una figura perfecta pero irreal, pues, como hemos dicho, el pie castellano medía 27,86 cm, lo que daría una altura de 195,02 cm, excepcional incluso hoy en día. Más razonable parece la tradicional figura anglosajona de 6 pies de alto, que en Castilla supondría una estatura ideal de 167,16 cm.

Una unidad universal

La Revolución Francesa tiene su fecha simbólica en 1789, pero desde décadas atrás lo que hoy conocemos como la Ilustración venía postulando una transformación radical de la cultura occidental. Con una mezcla de idealismo y universalidad, los pensadores ilustrados proponían, por ejemplo, olvidar al Jehová judío, al Dios cristiano y al Alá musulmán para rendir culto a un único Ser Supremo de carácter cósmico. Y con el mismo espíritu unificador de la 'Declaración de los derechos del hombre y del ciudadano' (proclamados también en 1789), los científicos franceses trasladaron a las unidades de medida el principio de igualdad entre los hombres. Tras la afanosa medición del arco del meridiano que, de Dunkerke a Barcelona, pasa por París, la Asamblea Nacional, el Consejo de los Quinientos y el Senado, reunidos en sesión solemne, recibieron el patrón de la nueva unidad de longitud, natural y universal, bautizada con el término griego *metron*, ('medida') y definida como «la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre que pasa por París».

Esta definición original del 'metro' trasluce el espíritu idealista de la Ilustración y de la Revolución. La 'medida' por excelencia ya no derivaba del cuerpo humano, sino del planeta en el que el hombre habita. Era, además, una porción significativa de esa cuasiesfera que es la Tierra: la distancia entre uno de los polos y el ecuador, dividida en un número redondo de partes (10.000).

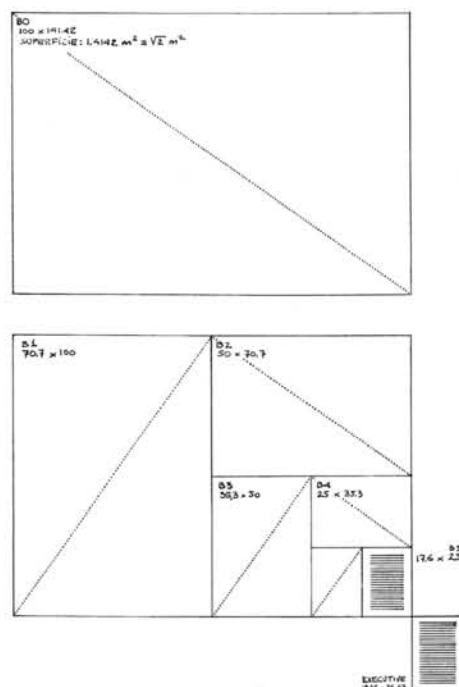


Figura 10: La serie B de las normas DIN, divisiones sucesivas del tamaño B0 hasta llegar al B5, y la semejanza de éste con el executive anglosajón.

Para su subdivisión y multiplicación se usaba el sistema decimal, que combina su origen anatómico (diez dedos) con la funcionalidad práctica que proporciona el conjunto de los diez dígitos (del 0 al 9) de la numeración arábiga.

Pero, al mismo tiempo, el nuevo patrón de medida se aproximaba bastante a las unidades de medida que por entonces estaban en uso. En realidad, era casi igual que la aune francesa (1,188 m), la yard inglesa (0,914 m) y la vara castellana (0,836 m). En Francia, la aune se usaba principalmente para medir telas y, curiosamente, no existía ninguna unidad de longitud equivalente a 3 pies (el *piet-de-roi* tenía 32,48 cm), como era el caso de la yarda y la vara.

Dimensiones y proporciones

En su desarrollo posterior, el sistema métrico decimal y sus derivados siempre han tratado de combinar el carácter natural y universal de las unidades abstractas con el carácter práctico e intuitivo de las medidas concretas. Un ejemplo muy revelador es el de las dimensiones de las hojas de papel para escribir o dibujar. El modelo tradicional de soporte para la escritura es el 'folio', definido en castellano como «hoja de papel que resulta de doblar una vez el pliego de marca ordinaria». Si buscamos las medidas de este pliego común, encontramos que son «las dimensiones del papel sellado (435 mm de largo por 315 de ancho)». Es decir, que el folio tendría 21,75 x 31,5 cm. Puede que, en su origen, estas dimensiones tan precisas estuviesen determinadas, entre otras cosas, por los procesos de fabricación. Conceptualmente, sin embargo, las medidas de la hoja tipo para escribir corresponden a las dos unidades antropométricas básicas: 1 palmo por 1 pie. Según esto, el pliego tendría 2 palmos de largo por 1 pie de ancho. En ambos casos, las medidas tradicionales son más significativas que sus equivalentes en unidades métricas decimales: a simple vista nos sugieren el tamaño y las proporciones.

En el caso del dibujo sucede lo mismo. Massimo Scolari, un imaginativo dibujante de fantasías arquitectónicas, nos confirma que «el folio tiene una relación corpórea con la mano

ESTADO: MEDIDA APROXIMADA DE LA ESTATURA DE UN HOMBRE EQUIVALENTE A 7 PIES.

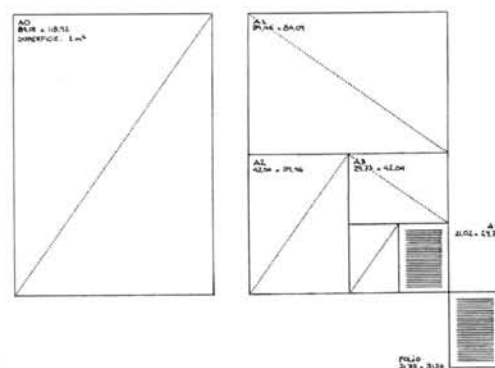


Figura 9: La serie A de las normas DIN, divisiones sucesivas del tamaño A0 hasta llegar al A4, y la semejanza de éste con el folio tradicional.

trazadora. Quien practica el dibujo sabe que un lápiz, para resultar manejable, ha de superar la longitud de un dedo, pero no su diámetro; y que para que un croquis conserve todas sus cualidades, no debe superar el formato de la mano o de su duplo» ('Considerazioni e aforismi sul disegno', Rassegna, marzo de 1982). Es decir, que para dibujar cómodamente la anchura del papel ha de tener un mínimo de 1 palmo (folio) y un máximo de 2 (pliego).

De las otras dos hojas de formato tradicional, la 'cuartilla' (15,75 x 21,75 cm) es simplemente _ de pliego y, por tanto, _ folio; y la 'holandesa' (22 x 28 cm) responde simplemente a unas dimensiones distintas de las mismas unidades (palmo y pie) y se corresponde con la letter anglosajona (8,5" x 11", o bien 21,59 x 27,94 cm).

Cuando la Deutsche Industrie Norme (DIN) abordó la cuestión de las dimensiones métricas de las hojas de papel, se tomaron dos decisiones ejemplares: 1, partir de la unidad de superficie (1 m²); y 2, elegir una figura rectangular que permitiese conservar la relación entre longitud y anchura al ser dividida por mitades. Así nació la serie A, cuyo primer componente, el tamaño 'A0' mide 84,09 x 118,92 cm; tiene, pues, una proporción de 1:2, que se conserva cuando partimos la hoja por la mitad (figura 9). Mediante sucesivas divisiones se llega al tamaño 'A4', dieciseisava parte del A0, que mide 21,02 x 29,73 cm y es el equivalente racional y abstracto del intuitivo y concreto 'folio'. El siguiente elemento de la serie, el 'A5' (14,87 x 21,02 cm) corresponde, por tanto, a la cuartilla tradicional.

Intercalada con la serie A, la serie B (figura 10) sigue las mismas pautas, pero empieza con una superficie de 1,4142 m², es decir, 2 m². El tamaño 'B0' mide, por tanto, 100 x 141,42 cm; y el 'B5' (17,6 x 25 cm) es casi equivalente al formato de hoja que los anglosajones denominan executive (7" x 10", o bien 18,42 x 26,67 cm).

Otro ejemplo de esta voluntad de síntesis entre la tradición antropométrica y la racionalización decimal es el célebre sistema de medidas ideado por Le Corbusier: el 'Modulor'. En dos libros publicados en 1946 y 1954, el gran maestro de la arquitectura moderna exponía su «gama de

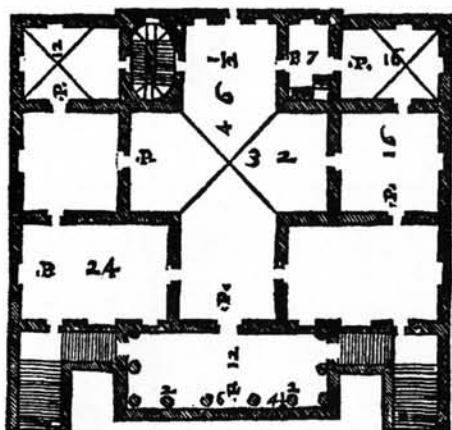


Figura 12: Planta de la villa Foscari, "La Malcontenta", tal como la dibujó Palladio en el siglo XVI.

A la derecha. Figura 13: Plaza de la villa Foscari tal como la dibujó Bertotti-Scamozzi en el siglo XVIII.

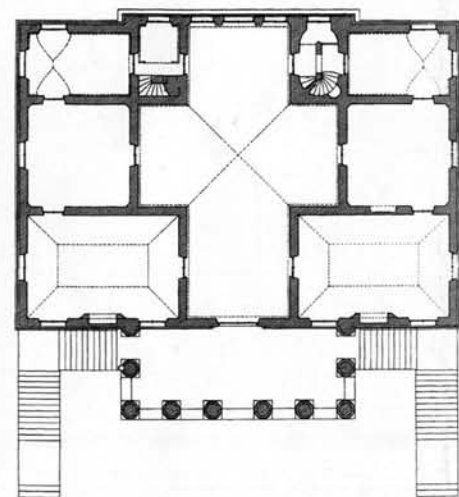
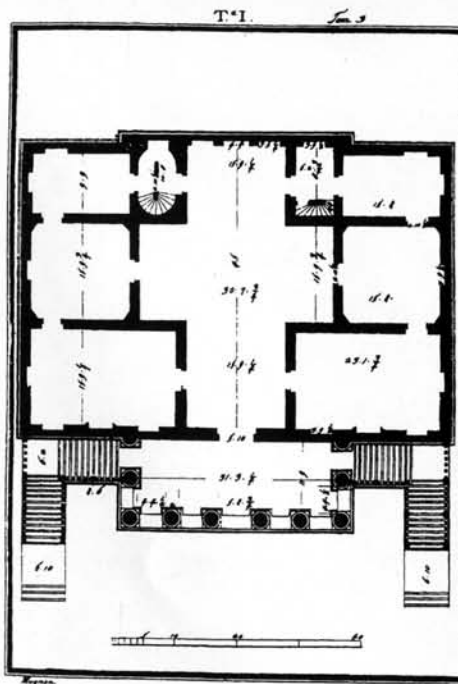


Figura 14: Planta de la villa Foscari tal como la dibujaron Hidemark y Månsson en la década de 1960.

dimensiones armónicas a escala humana, aplicable universalmente a la arquitectura y a la mecánica». Este sistema se basaba al mismo tiempo en el cuerpo humano ideal y en la llamada 'sección áurea' (una relación armónica entre dos dimensiones distintas, $M > m$, en la que $M/m = (M+m)/M$, o, lo que es lo mismo, $1:1,618$, el denominado 'número de oro' o ϕ). Según cuenta Rasmussen en *Experiencing Architecture*, «originariamente, Le Corbusier fijó la estatura media del hombre en 175 cm; (...) Pero un día supo que la altura media de un policía inglés era de 6 pies, o sea alrededor de 183 cm, y (...) empezó a temer que las dimensiones de sus casas fuesen demasiado pequeñas si utilizaba medidas derivadas de la altura media de un francés. Por tanto, estableció resueltamente en 183 cm la cantidad definitiva de la cual deberían derivarse todas las demás medidas. Entonces calculó las dos series finales de cifras...» Estas dos series finales, la roja y la azul (figura 11), se inspiraban en una aproximación con números enteros a la sección áurea, conocida en matemáticas como 'serie de Fibonacci', en la que cada término se obtiene como suma de los dos anteriores (0 1 1 2 3 5 8 13 21 34 etcétera). La serie roja se basa en la estatura (183 cm) y en la relación áurea que mantiene con la altura del ombligo (113 cm), el centro del hombre circular de Vitruvio, y da lugar a los siguientes valores en centímetros: 4 6 10 16 27 43 70 113 183 296 etcétera. La serie azul, por su parte, se basa en la altura del cuerpo con el brazo extendido en vertical (226 cm) y ofrece cifras intermedias: 13 20 33 53 86 140 226 366 592 etcétera. Combinando estos valores se pueden dimensionar armónicamente todos los elementos arquitectónicos. Al utilizar números enteros en centímetros y aplicar pequeñas correcciones para solventar los problemas prácticos que plantea un número irracional como ϕ , el Modulor —como afirmaba Le Corbusier— «hace las paces entre el sistema 'pie-pulgada' y el sistema métrico; a decir verdad, introduce automáticamente en el primero el sistema decimal para los cálculos».

En los edificios, al igual que ocurre con las dimensiones conceptuales y reales de la hoja de

papel, el uso de unas unidades u otras puede determinar de manera fundamental la comprensión de las proporciones. Andrea Palladio —un arquitecto véneto del siglo xvi empeñado en llevar a las formas de sus villas campestres las relaciones pitagóricas básicas de la música (1:2:3:4)— especificaba en sus planos las dimensiones de las habitaciones expresadas en pies de Vicenza. En una de sus composiciones más célebres (figura 12), la villa Foscari 'La Malcontenta' (1559-1560), aparece en planta una secuencia de salas con las siguientes cotas: 16 x 24, 16 x 16 y 12 x 16; o, lo que es lo mismo, de proporciones 2:3, 1:1 y 3:4.

Cuando, a finales del siglo xviii, Ottavio Bertotti-Scamozzi midió este edificio y levantó sus planos (publicados en *Le fabbriche e i disegni di Andrea Palladio*, Vicenza, 1776-1783), el pie vicentino había cambiado: ahora medía 35,7 cm, 1 centímetro más que en siglo xvi. Con el rigor científico propio de la Ilustración, Bertotti acotó las salas antes mencionadas (figura 13) con las siguientes dimensiones: 15' 9" x 23' 1", 15' 8" x 15' 9" y 9' 9" x 15' 8". La precisión dimensional era, sin duda, mucho mayor, pero las proporciones eran ininteligibles a simple vista.

Y cuando, en la década de 1960, el profesor sueco Erik Forssman y un grupo de estudiantes de la Escuela de Arquitectura de Estocolmo volvieron a medir, ahora con unidades métricas decimales, ese mismo edificio (figura 14), encontraron que sus dimensiones eran: 5,60 x 8,27, 5,60 x 5,60 y 3,44 x 5,60, todo ello en metros. De estas tres proporciones, la única claramente reconocible es la segunda (1:1), pero las demás exigen una calculadora para detectar a qué se aproximan.

Evidentemente, los objetos reales, entre ellos los arquitectónicos, tienen unas dimensiones constantes, pero medirlos con la unidad adecuada proporciona no solamente datos informativos, sino también indicaciones significativas.

La ciencia abstrusa

La definición del 'metro', esa unidad natural y universal fruto del espíritu ilustrado, ha

sufrido un progresivo proceso de abstracción que ha terminado sacándola del accesible mundo real para alojarla en el intrincado mundo científico.

Si la primera formulación ya mencionada, propuesta en 1792 y aceptada solemnemente en 1799, era eminentemente idealista (seguro que el cuadrante del meridiano de París ya no mide exactamente 10.000 m), la segunda, enunciada en 1899, era esencialmente técnica: «distancia media, a la temperatura de 0° C, entre dos trazos paralelos marcados sobre el prototipo internacional (metro patrón) de platino iridiado (90% de platino y 10% de iridio) depositado en el Pavillon de Breteuil, en Sèvres.» Ya no importa la relación del patrón con el universo cósmico del siglo xviii; es una definición ingenieril, casi exclusivamente utilitaria, típica de esa idea del progreso tan característica de finales del siglo xix.

La tercera definición oficial, de 1960, salta del plano aún aprehensible de la técnica a la esfera —mucho más precisa, pero ya completamente alejada del mundo real— de la ciencia del siglo xx: un metro es ahora «1.650.763,73 veces la longitud de onda, en vacío, de la radiación correspondiente a la transición entre los niveles 2 (P10) y 5 (D5) del átomo de criptón 86, que se refleja en su espectro como una línea rojo-anaranjada». No hay relación alguna con el ser humano, ni con su cuerpo, ni con los cuerpos cósmicos que es capaz de percibir directamente (los planetas, la luna, las estrellas); es una definición fría, tan fría como el gas noble que ha servido para formularla; se basa en experimentos difíciles de comprender y es fruto de la especialización científica posterior a la II Guerra Mundial.

A las puertas del siglo xxi, la última definición oficial del metro (de 1983) ha batido todos récords de precisión, pero también de abstracción incomprensible: «longitud del trayecto recorrido por la luz en el vacío durante 1/299.792.458 segundos.» ¿Quién será capaz de memorizar esta fracción de nueve cifras? ■